

건강한 성인에서 공복 및 식후의 장음 변화 분석과 혈중 5-hydroxytryptamine 농도 변화에 관한 연구

연세대학교 의과대학 내과학교실

정연수 · 박효진 · 최은주 · 김영균 · 이상인

Fasting and Postprandial Analysis of Bowel Sounds and Plasma 5-hydroxytryptamine Level

Yon Soo Jeong, M.D., Hyojin Park, M.D., Eun Ju Choi, B.S.,
Young Gyun Kim, M.D., and Sang In Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background/Aims: Auscultation of bowel sounds is a traditional technique for evaluating patients with abdominal symptoms. It is, however, subjective and qualitative method in general. Recently, analysis of bowel sounds becomes possible. We analyzed bowel sounds in healthy volunteers and measured platelet depleted plasma 5-hydroxytryptamine (5-HT) that may be associated with postprandial symptoms in irritable bowel syndrome. **Methods:** We recorded both fasting and postprandial bowel sounds for 30 minutes in 16 healthy volunteers with a sensitive electronic stethoscope attached to a digital recorder. The files were saved in computer as wav files and analyzed with a specialized program. Blood samples were also taken before and 1 hour after meal for 5-HT analysis. **Results:** Meal challenge made no statistically significant changes in the 5-HT concentrations and all the sound parameters including sound to sound interval, sounds/minute, average of sound amplitudes, sound length, percentage of bowel sounds representing sound clustering and dominant frequency of sounds. **Conclusions:** Postprandial changes in bowel sounds and plasma 5-HT were insignificant in healthy Korean volunteers. (Korean J Gastroenterol 2004;44:142-146)

Key Words: Bowel sounds; 5-hydroxytryptamine (5-HT)

서 론

복부의 청진을 통해서 얻게 되는 장음은 복통이나 설사 등 소화기 계통의 증상을 호소하는 환자의 진찰에 있어서 중요한 부분을 차지하며 대부분의 의사들은 복부 진찰시 장음에 대한 소견을 반드시 기록하고 있다. 그러나 복부 청

진은 그 특성상 표준화 또는 정량화하기가 어렵기 때문에 장음의 진단적 가치나 재현성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 또한, 현재 주로 이용되고 있는 대부분의 내과학 교과서에서조차 정상 장음의 소견에 대한 뚜렷한 정의는 거의 내려져 있지 않으며 단지 장폐쇄나 복막염 등 몇몇 특이 질환에 있어서 장음의 증가 혹은 감소에 관한 기술만

접수: 2004년 2월 25일, 승인: 2004년 6월 12일
연락처: 박효진, 135-270, 서울시 강남구 도곡동 146-92,
영동세브란스병원 내과
Tel: (02) 3497-3310, Fax: (02) 3463-3882
E-mail: HJPARK21@yumc.yonsei.ac.kr

Correspondence to: Hyojin Park, M.D.
Department of Internal Medicine, Yongdong Severance Hospital,
146-92 Dogok-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-270, Korea
Tel: +82-2-3497-3310, Fax: +82-2-3463-3882
E-mail: HJPARK21@yumc.yonsei.ac.kr

되어 있는 실정이며 간혹 기술되어 있는 교과서를 보더라도 ‘분당 5-34회로 추정’, 혹은 ‘대략 5-10초마다 들린다’는 식의 광범위하고 막연한 기술이 전부이다.^{1,2} 이와 같은 장음의 경험적, 주관적 특성은 실제적으로 정상 및 복막염, 장폐쇄 환자들의 장음을 녹음하여 여러 의사들에게 들려주고 진단을 내리게 하는 방식으로 진행된 ‘다수 평가자 복부 청진 연구’에서도 잘 나타났는데 질환별로 70% 정도 혹은 그 이하의 일치율만을 나타내었다.³ 이처럼 복부 청진은 임상에서 흔히 사용되는 검사이며 몇몇 질환에서는 충분히 그 진단적 가치를 가지고 있음에도 불구하고 장음의 수치화를 통한 표준화는 어려웠던 것이 사실이다. 그러나 최근 들어 급속도로 발전된 컴퓨터와 그 주변기기들로 인하여 디지털 방식으로 장음을 녹음하여 이를 특정 프로그램을 이용, 분석하는 것이 가능해지고 있고, 이미 외국에서는 이를 이용한 몇몇 보고들이 발표되고 있다.⁴⁻⁷ 저자 등은 특정 장음 분석 프로그램 및 기기들을 이용하여 건강한 성인에서 공복 및 식후의 장음 변화를 측정, 분석하였고 이와 동시에 식후 장의 운동 조절에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며 특히 설사 우세형 과민성 장 증후군 환자들에서 식후 그 농도가 증가하여 증상 악화를 일으키는데 기여할 것으로 생각되는 5-hydroxytryptamine (5-HT) 농도의 변화를 공복 및 식후의 혈소판 결핍 혈장에서 측정, 비교하여 식후 5-HT 농도 및 장음의 변화에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

평소에 알고 있는 장 질환이 없으며 복부와 관련된 증상이 전혀 없는 건강한 성인 자원자 16명을 대상으로 연구를 진행하였다. 이들은 밤새 금식을 한 후 오전 중에 검사를 시행하였고 흡연이나 커피 등 장관 운동에 영향을 줄 수 있는 음식이나 약물은 특히 제한하도록 교육하였다. 특히 여성의 경우 성호르몬의 영향을 최소화하기 위하여 황체기에만 국한하여 검사를 시행하였다.

장음의 측정 및 분석은 Enterotachogram analysis system (Western Research Company, Inc., Tucson, AZ, USA)을 이용하였으며 이는 8,000 Hz의 추출률(sampling rate)을 가진 디지털 녹음기와 이에 연결 가능한 고감도의 전자 청진기 및 분석 프로그램(Enterotach 소프트웨어, ver 4.0)으로 구성되어 있다. 장음의 측정은 평소 진찰하듯이 누운 위치에서 청진기를 대고 측정할 수도 있었지만, 장시간 녹음하게 될 경우 검사자의 움직임으로 인하여 청진기와 피부 사이에 마찰이 생겨 잡음을 형성할 수 있기 때문에 우선 청진기를 환자의 우하복부에 해당하는 곳에 위치시킨 뒤 그 위에 환자를 편안하게 엎드리게 한 후 측정하였고, 이렇게 함으로써 청진기가 복부의 피부에 의해 감싸지면서 주변의 소

음으로부터 차폐되어 잡음이 최대한 제거되는 효과도 얻을 수 있었다. 우하복부에 위치시킨 이유는 심음의 영향을 최대한 줄이기 위해서였으며,⁴ 간혹 대동맥이나 엉덩동맥(iliac artery)의 박동이 크게 들리는 경우에는 위치를 좌우로 약간씩 조정하여 장음 외 다른 소음들은 최대한 배제되도록 노력하였다. Enterotachogram analysis system의 전자 청진기에는 받아들이는 소리의 크기를 조절할 수가 있는 gain dial이 있는데 이러한 gain을 너무 높이면 불필요한 잡음이 많이 포함되고 너무 낮추면 장음의 간과율이 떨어져 효과적인 녹음이 되지 않아 모든 측정시 gain은 제작사에서 권유한 바대로 일률적으로 눈금 3에 맞추어 청진을 진행하였다.

피검자들은 우선 공복시의 장음을 30분간 측정하였고 탄수화물 63.6%, 지방 15.2%, 단백질 21.7%의 비율로 일정하게 제작된 532 kcal의 열량을 가진 일반식의 검사 식이와 물 200 mL를 15분에 걸쳐 모두 섭취하게 한 뒤 식후 30분부터 다시 복부의 동일 부위에서 30분간 장음을 측정하였다. 이렇게 녹음된 파일은 확장자가 wav인 형태의 파일로 컴퓨터에 저장하였고 Enterotach 소프트웨어를 이용하여 분석하였다.

또한 피검자들은 식전 및 식후 1시간에 각각 채혈을 하였고 4°C에서 4,000 rpm으로 15분간 원심분리 후 상층액을 분리하여 혈소판 결핍 혈장을 얻어 -70°C 냉동 보관하였고 후에 ELISA kit (Immuno Biological Laboratories, Hamburg, Germany)를 이용하여 5-HT 농도를 구하였다.

결 과

대상자들은 총 16명(남자 8명, 여자 8명)이었고 평균 나이는 27(22~34)세였다. 장음의 특성을 결정짓는 각각의 지표들 즉, 장음과 장음 사이의 평균 간격을 나타내는 sound to sound interval (S-S interval), 분당 장음 횟수(sounds/min), 장음의 평균 크기(amplitude), 장음 한 개당 평균 길이(length), 측정된 시간 중 장음이 차지하는 비율(% bowel sounds), 장음의 주 주파수(dominant frequency) 및 5-HT 농도 각각에 대한 공복 및 식후의 측정값은 표와 같다(Table 1). 이 중 소리의 크기를 나타내는 amplitude는 실제로는 voltage 등의 단위로 측정될 수 있지만, 저자들이 이용한 Enterotach 프로그램은 소리의 상대적인 척도가 사용되도록 제작되어 크기의 절대값은 알 수 없고 청진기의 gain을 일정하게 맞춘 경우 대상자 간의 비교는 가능한 임의적인 단위(arbitrary unit)를 사용하고 있다.

분석 결과 여러 지표들 중 장음의 주 주파수만이 식후에 다소 증가하는 경향($p=0.099$)을 보였을 뿐 이외의 각 측정치들 및 5-HT 농도는 식전과 식후에 유의한 차이를 보이지

Table 1. Fasting/postprandial Parameters of Bowel Sounds and 5-hydroxytryptamine (5-HT) Concentration in Platelet Poor Plasma

	Parameters	Fasting period	Postprandial 1hr	p value
Bowel sounds	S-S interval (msec)	4,146±613	6,095±125	0.113
	Sounds/min	20.9±3.6	21.3±5.2	0.956
	Amplitude (arbitrary unit)	1,890±92	1,847±119	0.773
	Length (msec)	22.6±0.5	22.4±0.7	0.847
	% sounds	0.78±0.1	0.77±0.2	0.988
	Dominant frequency (Hz)	367.8±10.2	390.2±7.80	0.099
5-HT concentration (ng/mL)		0.45±0.10	0.37±0.05	0.274

Mean±SE.

않았다. 또한, 공복시 장음의 각 지표들은 심한 편차를 보여 성인에서 장음의 정상치를 산출해 낼 수는 없었다.

고 찰

장음은 위장관의 운동뿐만 아니라 위장관 내의 가스나 액체 등의 내용물이 이동하거나 섞이면서 생성되며 여기에 장관의 직경과 함께 유문류이나 회맹관과 같은 생리적으로 좁아져 있는 밸브 등이 복합적으로 작용하여 나타나는 소리로 알려져 있다.^{6,8-10} 복부 청진을 통해서 얻는 이러한 장음은 환자의 진찰에 여전히 중요한 부분을 차지하고 있으나 장음의 과학적인 분석은 제대로 이루어지지 못했던 것이 사실이다. 하지만 근래에 들어 고감도의 전자 청진기나 녹음기를 이용한 높은 디지털 추출률(high digital sampling rate)과 향상된 컴퓨터 분석 능력의 개발로 전통적인 청진으로는 가능하지 않던 장음의 진단적 가치에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이미 10여 년 전에 장폐쇄 환자나 급성복통 환자들의 장음에 관한 연구가 발표되었으며,^{5,6} 최근 들어서는 특히 과민성 장 증후군과 같이 명확한 확진 방법이 없어 임상적 기준만으로 진단해야 하는 여러 기능성 위장관 질환의 진단에 있어서 장음의 진단적 가치에 관하여 몇 가지 연구들이 보고되고 있다.^{4,8}

저자들은 이와 같은 배경으로 본 연구를 시작하였고 장음의 각 지표들이 심한 편차를 보였기 때문에 정상 장음의 범위를 산출해 낼 수는 없었다. 이는 엄격한 문진 기준을 통해 복부 증상이 전혀 없는 성인들을 대상으로 했음에도 불구하고 측정치의 편차가 컸기 때문인데 분당 장음 횟수의 경우 7회에서 58회에 이르는 차이를 보였다. 따라서, 많은 교과서에서 장음의 정상치를 규정하지 못하고 있는 것처럼 저자들도 장음의 정상 범위를 구하는 것은 쉽지도 않을 뿐더러 의미가 없다고 판단하였고 동일 검사자에서 식전/식후의 비를 산출하게 되었다.

그 결과 식후 장음이 증가된 군, 감소된 군, 변화가 없는

군이 골고루 분포하였고 결론적으로 정상 한국 성인에서는 식전 및 식후에 있어 장음의 여러 측정치들의 변화가 뚜렷하지 않음을 보았다.

하지만 저자들과 같은 종류의 기기를 사용하였던 Craine 등⁴은 정상 대조군에서 식후에 분당 장음의 횟수가 증가하였음을 보고하였는데 저자들의 결과가 이와 상이하게 나온 이유는 몇 가지로 추정해 볼 수가 있다. 첫째로는 저자들이 검사 식이로서 일반식을 사용한 반면 Craine 등⁴은 장음 형성에 영향을 미칠 수도 있는 유동식을 사용하였다는 점이다. 다음으로는 저자들이 식전 및 식후 각각 30분씩 충분한 시간 동안 장음을 측정한 반면 Craine 등⁴은 각각 2분 동안만 측정하였기 때문에 검사 시간에 따른 차이도 있었을 것으로 생각된다. 이러한 측정 시간의 차이는 migrating motor complex (MMC)를 고려할 경우 더욱 복잡해지는데, 실제로 Tomomasa 등⁷은 공복시 장음의 크기를 합산한 값인 'sound index'가 위소장내압검사를 통해 측정된 MMC 주기에 맞추어 변화됨을 보고하였다. 물론 MMC와 같은 위장관의 운동성이 장음의 형성에 어느 정도의 비중을 차지하는지는 알 수 없지만, 장음과 MMC와의 관계를 고려하자면 공복시 최소한 6시간의 장음을 위소장내압검사와 함께 측정해야 하는 어려움이 있는 것이 사실이다. 따라서 특히 공복시 측정된 장음 결과의 재현성이나 MMC와의 연관성 등을 규명하려면, 향후 보다 긴 시간의 장음 측정 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 정상 성인에서의 장음 측정과 함께 혈중 5-HT 농도를 구하였는데, 체내 총 5-HT의 80%가 존재하는 위장관에서 유리된 혈중 5-HT는 대부분은 빠르게 혈소판에 의해 섭취되어 존재하거나 간이나 신장에서 대사되어 말초 혈액 5-HT의 대부분은 이렇게 혈소판 내에 존재한다. 따라서 혈소판 제거 혈장 내의 농도가 5-HT의 일시적인 변화를 보다 정확하게 반영하는 것으로 알려져 있다.¹¹ 이러한 혈소판 결핍 혈장 내의 5-HT 농도는 정상인에서는 식후 증가가 뚜렷하지 않은 반면 과민성 장 증후군 환자들 중 특

히 설사 우세형에 있어서는 식후에 유의하게 증가하며 이것이 식후의 증상 악화와 연관이 있을 것으로 생각되고 있다.^{11,12} 아울러 식사 후 초기에 증가되었던 대장의 운동성이 이후 정상으로 돌아오는 정상인과는 달리 과민성 장 증후군 환자에서는 지속적이고 과장되어 나타나는 대장의 운동성이 식후 복통이나 불편감을 유발시키는 것으로 보고되어 왔다.^{13,14} 다시 말해서 과민성 장 증후군 환자에서는 위장관 운동의 증가나 5-HT 농도의 증가가 증상의 악화와 연관이 있으나 위장관 운동의 증가가 장음의 증가를 초래하는지는 알 수 없다. 따라서 저자들은 향후 과민성 장 증후군 환자들을 대상으로 장음과 5-HT 농도에 대한 동일한 연구를 진행하여 식후 장음 변화나 5-HT 농도 변화가 정상인과 차이가 있는지와 함께 이들과 증상 발현과의 연관성에 관한 연구를 진행할 예정에 있다. 이러한 향후의 연구는 장음이 간접적으로나마 장의 운동성을 대변할 수 있는지, 혹은 독립적인 요소로서 증상 발현과 연관이 있을 수 있는지 등에 관하여 비교할 수 있으리라 생각된다. 물론 저자들 역시 ‘장음’이 얼마나 의미 있고 응용 가능 범위가 넓은 과학적 자료인지에 대해서는 아직 확신할 수 없다. 하지만 식후에 장관의 운동이 증가하여 장음 역시 증가할 것이라는 일반적인 추측과는 반대의 결과를 보인 것만으로도 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

결론적으로 건강한 성인에 있어서 식전 및 식후의 장음 변화는 뚜렷하지 않음을 알 수 있었고 5-HT 농도 또한 변화가 없음을 알 수 있었다. 따라서, 향후 과민성 장 증후군 환자를 포함한 여러 위장관 질환 환자들을 대상으로 추가 연구를 진행하여 비교한다면 분석된 장음의 임상적 의의에 대하여 논할 수 있으리라 생각된다.

요 약

목적: 복부의 청진을 통해서 얻게 되는 장음은 소화기계통의 증상을 호소하는 환자의 진찰에 있어서 중요한 부분을 차지하고 있으나 이를 표준화 또는 정량화하기는 매우 어려웠다. 그러나 최근 디지털 방식으로 장음을 녹음하여 이를 특정 프로그램을 이용, 분석하는 것이 가능해지고 있어 저자들은 장음 분석 프로그램 및 기기들을 이용하여 건강한 성인에서 공복 및 식후의 장음 변화를 측정, 분석하였고 이와 함께 식후 장의 운동 조절에 영향을 미치는 것으로 알려진 5-hydroxytryptamine (5-HT) 농도의 변화를 측정하여 비교하였다. **대상 및 방법:** 평소 복부와 관련된 증상이 없는 건강한 성인 16명을 대상으로 디지털 녹음기에 연결된 고감도의 전자 청진기를 사용하여 식전 및 식후 1시간에 각각 30분씩 장음을 녹음하여 확장자가 wav인 파일로 컴퓨터에 저장 후 장음 분석 프로그램을 이용하여 분석하

였다. 또한 피검자들은 식전 및 식후 1시간에 각각 채혈하여 혈중 5-HT 농도를 구하였다. **결과:** 장음과 장음 사이의 평균 간격을 나타내는 sound to sound interval (S-S interval), 분당 장음 횟수(sounds/min), 장음의 평균 크기(amplitude), 장음 한 개당 평균 길이(length), 측정된 시간 중 장음이 차지하는 비율(% bowel sounds), 장음의 주 주파수(dominant frequency) 및 혈중 5-HT 농도는 각각 식전 및 식후에 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. **결론:** 건강한 성인에 있어서 식전 및 식후의 장음 변화는 뚜렷하지 않음을 알 수 있었고 5-HT 농도도 변화가 없음을 알 수 있었다. 따라서, 향후 과민성 장 증후군 환자를 포함한 여러 위장관 질환 환자들을 대상으로 추가 연구를 진행하여 비교한다면 분석된 장음의 임상적 의의에 대하여 논할 수 있으리라 생각된다.

색인단어: 장음, 5-히드록시트립타민(5-hydroxytryptamine, 5-HT)

참고문헌

1. Bickley LS. Bate's guide to physical examination and history taking. 8th ed. Philadelphia: Lippincott, 2003:334.
2. Swartz MH. Textbook of physical diagnosis. Philadelphia: Saunders, 1989:335.
3. Gade J, Kruse P, Andersen OT, Pedersen SB, Boesby S. Physicians' abdominal auscultation, A multi-rater agreement study. Scand J Gastroenterol 1998;33:773-777.
4. Craine BL, Silpa M, O'Toole CJ. Computerized auscultation applied to irritable bowel syndrome. Dig Dis Sci 1999; 44:1887-1892.
5. Sugrue M, Redfern M. Computerized phonoenterography: The clinical investigation of a new system. J Clin Gastroenterol 1994;18:139-144.
6. Yoshino H, Abe Y, Yoshino T, Ohsato K. Clinical application of spectral analysis of bowel sounds in intestinal obstruction. Dis Colon Rectum 1990;33:753-757.
7. Tomomasa T, Morikawa A, Sandler RH, et al. Gastrointestinal sounds and migrating motor complex in fasted humans. Am J Gastroenterol 1999;94:374-381.
8. Craine BL, Silpa M, O'Toole CJ. Two-dimensional positional mapping of gastrointestinal sounds in control and functional bowel syndrome patients. Dig Dis Sci 2002;47: 1290-1296.
9. Politzer JP, Devroede G, Vasseur C, Gerard J, Thibault R. The genesis of bowel sounds: Influence of viscus and gastrointestinal content. Gastroenterology 1976;71:282-285.

10. Watson WC, Knox EC. Phonoenterography: The recording and analysis of bowel sounds. *Gut* 1967;8:88-94.
 11. Houghton LA, Atkinson W, Whitaker RP, Whorwell PJ, Rimmer MJ. Increased platelet depleted plasma 5-hydroxytryptamine concentration following meal ingestion in symptomatic female subjects with diarrhoea predominant irritable bowel syndrome. *Gut* 2003;52:663-670.
 12. Bearcroft CP, Perrett D, Farthing MJ. Postprandial plasma 5-hydroxytryptamine in diarrhoea predominant irritable bowel syndrome: a pilot study. *Gut* 1998;42:42-46.
 13. Sullivan MA, Cohen S, Snape WJ Jr. Colonic myoelectrical activity in irritable bowel syndrome. Effect of eating and anticholinergics. *N Engl J Med* 1978;298:878-883.
 14. Narducci F, Bassotti G, Granata MT, et al. Colonic motility and gastric emptying in patients with irritable bowel syndrome. Effect of pretreatment with octylonium bromide. *Dig Dis Sci* 1986;31:241-246.
-